

**Tingkah Laku Melahirkan dan Estrus Tikus Lesoqlati Sulawesi
Maxomys hellwandii (Jentink, 1879)**

Indyah Wahyuni

Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi, Kleak Bahu Manado, 95115, Email:

Indiyah_unsrat@yahoo.com

ABSTRACT

Parturition Behavior and Estrus of Sulawesi spiny rat *Maxomys hellwandii* (Jentink, 1879).

This research is aimed to study the parturition behavior of wild Sulawesi spiny rat involving observations of pre-parturition, parturition and post-parturition behaviors. In this study, 15 female white tail rats at the ages of 60 days old were used to evaluate their estrus. Animals were maintained in cages made of glass at size of 1m x 1m x 1.5m. The covers of cages were made of ram wire and completed with feeder and drinker. For estrus observation, animal cages were made of plastic trays of 39 cm x 42 cm x 15 cm. The phase of estrus cycles observation was done by collecting sample of vagina smear from the animals. The determination of cycles phase was based on the cell types that were obtained from preparation vagina smear. The results showed that about six hours before parturition, the animals were nervous and urinated 4 to 9 times as they showed agonistic. The parturition process needed 3 to 8 minutes. The deviation times of suckling progeny were 8-12 seconds. The progeny at the ages of 1 to 5 days old slept against their mother nipples. For the estrus, the results showed that estrus cycle of wild white tail rats was ranging from 3 days to 5 days, consisted of pro estrus (12 hours), estrus (12 hours), met estrus (18 – 12 hours) and di-estrus (45 - 54 hours).

Key Words: *Parturition Behavior, Estrus, *Maxomys hellwandii*.*

PENDAHULUAN

Tikus hutan di Minahasa Sulawesi Utara sudah sejak lama menjadi bahan makanan eksotik untuk masyarakat setempat, terutama yang dikenal dengan nama lokal (Manado) sebagai tikus ekor putih. Di lain pihak mamalia kecil ini mempunyai fungsi yang sangat penting sebagai satwa yang turut menjaga kelestarian alam dimana tikus hutan turut serta dalam penyebaran biji-bijian hutan

yang sehingga kelangsungan hidup tumbuhan hutan terjaga.

Mengingat makin meningkatnya permintaan terhadap tikus ekor putih di daerah Sulawesi Utara, sejalan dengan laju pertumbuhan penduduk, yang diikuti pula dengan makin berkurangnya kawasan hutan yang menjadi habitat satwa ini, maka dikhawatirkan populasi satwa harapan tropis tersebut akan terus menurun drastis dan akhirnya akan punah. Oleh karena itu perlu dicarikan

solusi untuk tetap mempertahankan keberadaan satwa ini di alam. Salah satu alternatif yang rasional adalah membudidayakan (menangkarkan) satwa ini.

Manajemen pemeliharaan sangat menentukan produksi ternak yang dihasilkan. Untuk mendapatkan manajemen tikus yang baik perlu mengetahui kondisi-kondisi yang disenangi dan diperlukan oleh tikus hutan agar tikus tidak stres dan diharapkan produktivitasnya maksimal. Salah satu cara untuk mengetahui kondisi tersebut dengan mempelajari tingkah lakunya.

Oleh karena satwa ini merupakan satwa bukan ternak maka pengamatan pola tingkah laku melahirkan menjadi bagian upaya budidaya yang sangat penting agar dapat dibuat suatu manajemen pemeliharaan yang baik dan sesuai yang diperlukan bagi tikus hutan.

Berikut ini di coba dipaparkan hasil penelitian pola tingkah laku tikus melahirkan dan perilaku seksualnya dan reproduksi

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian Tingkah laku melahirkan dilakukan Desa Tateli Kecamatan Pineleng, Kabupaten Minahasa. Pada bulan Maret 2007. Penelitian ini bertujuan menambah informasi mengenai tingkah laku melahirkan pada tikus yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam membuat manajemen pemeliharaan khususnya pemeliharaan induk dan anak agar melahirkan lebih baik.

Materi yang digunakan adalah tikus ekor putih sebanyak 10 ekor betina bunting, yang diperoleh dari hasil

penangkaran di kandang kelompok. Alat yang digunakan adalah 10 unit kandang aquarium kaca yang berukuran 1m x 1m x 1.5 m, dengan penutup kawat ram dan dilengkapi tempat pakan dan tempat minum, stop watch, jam serta timbangan. Tikus betina bunting di tempatkan dalam 10 unit kandang

Pengamatan tingkah laku dilakukan dengan membuat catatan Ethogram pola tingkah laku, gambar dan kombinasi dari kegiatan tersebut (Hafez 1987). Apabila diperlukan perlakuan maka respons tingkah laku yang bakal muncul harus dapat diperkirakan lebih dahulu. Pengamatan tingkah laku individual dilakukan 3 kali sehari, 7 hari dalam seminggu. Pengamatan tingkah induk dan anak, dilakukan pengamatan pada tikus yang baru beranak.

Perilaku dicatat dengan menggunakan metode *Ad Libitum*, aktivitas harian dicatat menggunakan *Scan Sampling Methods* (Altman 1974; Martin & Bateson 1986). Metode *Scan Sampling Methods* merupakan spesifikasi dari *Instantaneous Sampling*. *Instantaneous Sampling* yaitu teknik dimana pengamat mencatat semua aktivitas individu yang terlihat tiap menit dalam keseluruhan hari. Metode ini juga dapat digunakan untuk memperoleh data dalam jumlah besar anggota kelompok, dengan mengamati setiap perubahan perilakunya dan jika perilaku dari seluruh kelompok atau sub kelompok yang terlihat, dilakukan sampling dalam suatu periode waktu pencatatan yang sangat pendek, maka akan mendekati suatu sampel yang serempak terhadap individu-individu dalam kelompok (*Scan Sampling*).

Data dianalisis secara statistika deskriptif. Pengamatan tingkah laku disusun dalam katalog ethogram Hafest (Tomaszewska & Putu 1989).

Waktu pencatatan dilakukan dalam 2 periode yaitu :

1. Periode Siang : periode pagi dimulai pukul 06.00-10.00; periode siang 10.00-14.00; dan periode sore pukul 14.00-18.00 WITA.

2. Periode Malam : periode dimulai pukul 18.00-22.00; periode siang 22.00-02.00; dan periode sore pukul 02.00-06.00 WITA.

Penelitian siklus estrus dilaksanakan pada Bulan September 2007 di Fakultas Kedokteran Hewan Bogor. Sampel diambil di hutan Kabupaten Minahasa Propinsi Sulawesi Utara. Pengujian siklus estrus dilaksanakan selama 3 minggu.

Bahan dan materi dan yang digunakan tikus ekor putih yang dipilih sebanyak 15 ekor tikus ekor putih betina. 15 unit kandang terbuat dari kotak plastik dengan tutup ram kawat ukuran 30 x 30 cm, 5 unit tempat makan dan minum, kamera, mikroskop, Preparat, alat tulis menulis, termometer dan pengukur kelembaban, jam, kapas (*cotton bud*), Tissue, gelas obyek, serta baskom. Bahan terdiri atas NaCl fisiologis 0.9% methanol, 9% pewarna Giemsa

Penelitian ini berlangsung selama 1 bulan. Tikus yang ditangkap di hutan Minahasa di tempatkan dalam unit kandang yang dilengkapi tempat makan dan minum. Pemberian pakan secara *ad libitum*.

Untuk melihat fase siklus birahi tikus, dilakukan pengambilan sampel ulas vagina dan penentuan fase siklus berda-

sarkan jenis-jenis sel yang terdapat pada preparat ulas vagina (Baker *et al.* 1979). Pembuatan preparat ulas vagina dilakukan dengan mengusap kapas (*cotton bud*) yang telah dibasahi dengan NaCl fisiologis 0.9% ke dalam vagina tikus betina yang kemudian diulaskan pada gelas obyek. Preparat kemudian difiksasi dengan metanol 9% selama 15 menit lalu dicuci dengan aquades. Setelah itu preparat ulas diwarnai dengan cara dicelupkan ke dalam bak berisi pewarna Giemsa selama 30 menit, preparat diperiksa di mikroskop pembesaran okuler 10 x dan obyektif 40 x. penentuan fase siklus reproduksi (*proestrus*, *estrus*, *metestrus* dan *diestrus*) dilakukan dengan mengamati ciri khas pada tiap siklus reproduksi (Tabel 1)

Penelitian Kinerja reproduksi satwa dianalisa secara deskriptif, persentase, grafik, deskriptif

HASIL

Estrus

Hasil penelitian estrus pada tikus ekor didapat dilihat pada Tabel 2.

Siklus birahi adalah selang waktu atau jarak antara birahi yang satu dan birahi berikutnya. Siklus reproduksi umumnya dibagi menjadi 4 fase atau periode, yaitu: *proestrus*, *estrus*, *metestrus* dan *diestrus*. (McDonald 1989; Toelihere 1981; Guyton 1994;).

Pada stadium *Estrus* kopulasi dimungkinkan terjadi. Fase estrus berlangsung 12 jam. Lamanya fase ini sama dengan pada tikus putih (*Rattus sp*) (Baker *et al.* 1979 ; Smith & Mangkoe-widjojo 1988; Ballanger, 2000). Ciri yang

Tabel 1 Jenis-jenis sel yang terdapat pada preparat ulas vagina

Fase		Ulasan vagina
Proestrus	Awal	Sel-sel berinti banyak
	Akhir	Sel-sel bertanduk 25%
Estrus	Awal	Sel-sel bertanduk 75%
	Akhir	Sel-sel pavement (menumpuk) 25%
Metestrus	Awal	Sel-sel pavement (menumpuk) 100 %
	Akhir	Sel-sel pavement dan leukosit
Diestrus	Awal	Leukosit
	Akhir	Leukosit dan sel berinti mulai muncul

Tabel 2. Lama estrus tikus ekor putih (*Maxomys hellwandii*) (jam)

Tikus (Tahap)	Proestrus	Estrus	Metestrus	Diestru
I	12	12	15-18	45-54
II	12	12	15-18	45-54
III	12	12	21	45-52
IV	12	12	18-24	45-54
Kisaran	12	12	15-21	45-54

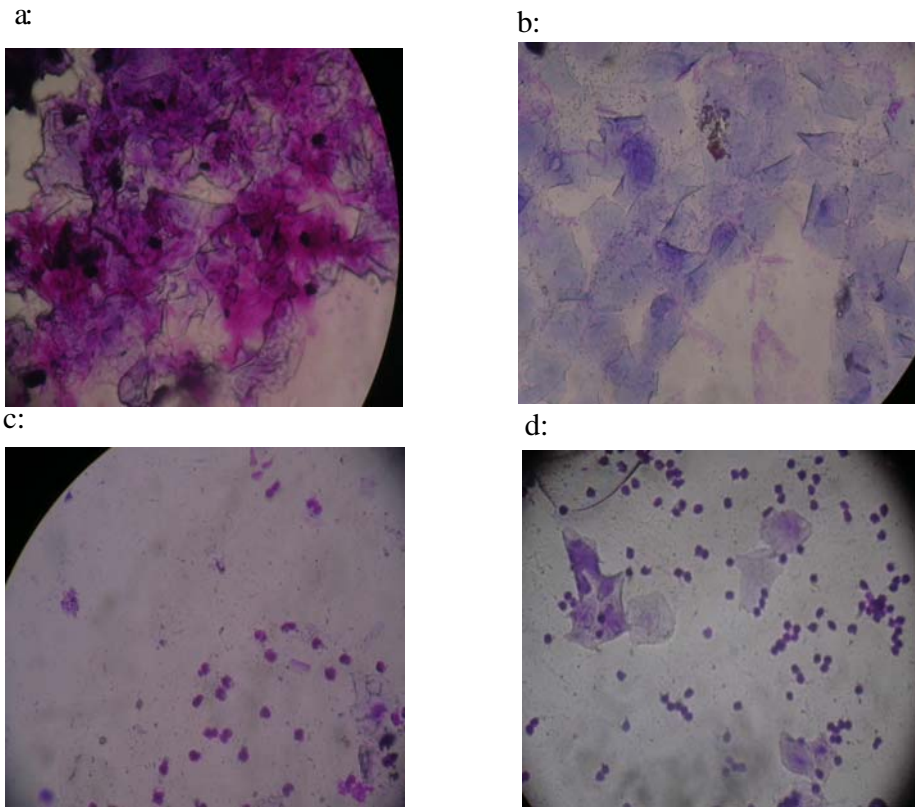
khas adalah dengan adanya aktivitas berlari-lari yang sangat tinggi di bawah pengaruh *estrogen*.

Estrus merupakan periode sekresi *estrogen* yang tinggi. *Estrogen* dari *folikel de Graaf* yang matang menyebabkan berbagai perubahan pada saluran reproduksi, uterus tegang *mukosa* vagina tumbuh cepat serta adanya sekresi lendir (Toelihere 1981).

Banyak *mitosis* terjadi di dalam *mukosa* vagina dan sel-sel baru yang menumpuk, sementara lapisan permukaan menjadi *skuamosa* dan bertanduk. Sel-sel bertanduk ini berkelupas ke dalam *lumen vagina* (Baker *et al* 1979). Adanya sel-sel ini bisa dilihat dalam

preparat ulas vagina yang digunakan sebagai indikator fase *estrus* seperti pada Gambar 1.

Metestrus. merupakan fase segera setelah *estrus* di mana *corpus luteum* mulai tumbuh. *Korpus luteum* merupakan perubahan bentuk dari *folikel de graaf* pada tahap akhir yang berubah fungsi setelah mengalami ovulasi. (McDonald 1980). *Metestrus* sebagian besar berada di bawah pengaruh *progesteron* yang dihasilkan *corpus luteum*. Stadium metestrus pada tikus ekor putih terjadi berkisar antara 15 - 21 jam dan pada tikus putih (*Rattus* sp) 21 jam. setelah ovulasi berlangsung



Gambar 1. Fase *proestrus*, *estrus*, *metestrus*, *diestrus* (a-d) pada ulas vagina tikus ekor putih

Diestrus, merupakan periode terakhir dalam siklus estrus. Pada periode ini *corpus luteum* menjadi matang dan pengaruh *progesteron* semakin nyata. *Endometrium* lebih menebal dan kelenjar membesar (Toelihere. 1981). Stadium diestrusi tikus ekor putih terjadi berkisar antara 45 sampai 54 jam lebih cepat dibanding tikus putih (*Rattus* sp) yaitu berkisar antara 57 sampai 70 jam (Baker *et al*, 1979). Pada preparat ulas vagina terlihat leukosit dalam jumlah tinggi dan sel-sel epitel berinti seperti terlihat pada Gambar 1.

Tingkah Laku Melahirkan

Dari hasil pengamatan tikus ekor putih (*Maxomys hellwandii*) yang akan melahirkan tidak memperlihatkan tanda-tanda meneteskan susu, mendekati proses kelahiran memperlihatkan kegelisahan. Induk berusaha menaiki kandang dan bergantung di ram, berputar-putar kandang terus-menerus tanpa berhenti memperlihatkan keinginan untuk keluar kandang, mengelilingi kandang sambil mengumpulkan *litter* sambil mempersiapkan tempat melahirkan (Hart 1985) menyatakan bahwa 24 - 48 jam sebelum

melahirkan hewan sudah memperlihatkan tanda-tanda kegelisahan. Pada ternak kuda, dalam keadaan gelisah tubuh semua kuda terlihat berkeringat pada sekitar leher dan panggul (Libra 1995).

Urinasi dan defekasi terjadi berulang-ulang, dalam 6 jam pengamatan sebelum kelahiran didapatkan urinasi yang terjadi antara 4-9 kali, sedangkan defekasi 1-4 kali. Mendekati proses kelahiran urinasi menjadi semakin sering. Dalam keadaan kondisi demikian tikus betina memperlihatkan sikap *agonistic*

Mendekati saat kelahiran, semua tikus memperlihatkan sikap gelisah yang meningkat dan memperlihatkan ingin istirahat, yakni gerakan merebah yang kemudian diikuti dengan gerakan berdiri kembali kemudian duduk sambil menjilati vagina. Tikus bergerak berkeliling kandang sangat gelisah, melihat ke sekitar panggul, berdiri dan berbaring kembali tidak teratur gerakan ini dilakukan 6-10 kali. Selanjutnya tikus membungkuk, posisi duduk dengan kaki depan memegang alat kelamin

Pada proses melahirkan, frekuensi urinasi meningkat dan sangat gelisah, dari

vagina keluar cairan yang segera dijilat. Tikus kelihatan tegang, dalam posisi duduk melakukan *grooming* dan sering menjilati vagina. Kontraksi ini terjadi akibat adanya pergerakan *fetus* dari *uterus* ke saluran kelahiran (Hart 1985). Selanjutnya *allantochorion* pecah diikuti dengan cairan. Dalam kondisi ini induk sangat gelisah. terdengar induk mengeluarkan suara lemah selanjutnya gelembung bola putih (*chorion*) yang merupakan selaput pembungkus *fetus* akan terlihat pada *vulva*. Kepala pertama kali keluar diikuti dengan bahu, kaki depan dan badan pinggul dan paha belakang serta kaki. Saat anak keluar anak diraih dengan kedua kaki depan langsung dijilati seluruh tubuh kemudian mulut anaknya dimasukkan kemulut induk. Fraser (1980) dan Hard (1985) menyatakan proses kelahiran yang demikian adalah proses kelahiran normal.

Hasil pengamatan didapatkan bahwa lamanya proses mengeluarkan bayi 3-8 menit, sedangkan untuk seluruh proses melahirkan berkisar antara 11-20 menit. Anak yang keluar berwarna merah jambu



Gambar 2. Posisi tikus melahirkan (kiri) dan setelah melahirkan (kanan)

Hasil pengamatan, posisi melahirkan pada semua induk yaitu posisi duduk dengan kedua kaki belakang mengangkang dan kedua kaki depan berfungsi seperti tangan. Kelahiran terjadi pada siang dan malam hari, tetapi sekitar 60% kelahiran terjadi pada pagi hari.

Tingkah Laku Setelah Melahirkan

Setelah melahirkan, induk memakan plasenta yang keluar bersama anaknya. Induk sangat aktif menjilati vulvanya, saat anak keluar sambil berdiri segera anaknya dijauhi dari vulvanya sambil terus dijilati vulvanya dan tubuh anaknya bergantian.

Induk membaringkan anak dengan bagian kepala anak menempel di tubuh bagian depan induk. Anak menelusuri tubuh induknya sampai dapat puting dan segera menyusu. Pada saat anak menyusu, induk menjilati tubuh anaknya, dari kepala sampai ekor, paling lama dijilat adalah bagian *vulva* dan mulut. Penjilatan pada kepala dan bagian hidung dilakukan agar dapat merangsang bernafas dengan baik, penjilatan pada bagian anus kemungkinan merupakan rangsangan induk kepada anaknya agar terjadi *defekasi*, yakni pengeluaran feses yang pertama. Gillaspuie (1983) menyatakan bahwa pengeluaran *meconium* akan menimbulkan keinginan menyusu sebab saluran pencernaan telah kosong sehingga timbul rasa lapar. Selama anaknya menyusu induk diam di sudut sambil *grooming* tubuh anaknya. Pada waktu induk istirahat anak senantiasa di *grooming*.

Dengan adanya anak, posisi tidur induk mengulung tubuhnya ke depan dengan posisi anak terlindung di perutnya. Bila terdengar anak menjerit induknya

segera memperbaiki posisi tidurnya karena anaknya terjepit. Lama anak menyusu induk antara 8 sampai 12 detik.

Tingkah Laku Tidur Induk dan Anak

Aktivitas tidur anak tikus sangat dominan. Hal ini masih terlihat pada umur 2 minggu. Selama anak tidur induk sibuk *mengroming* anaknya sambil mendekap di depan perutnya (Gambar 2), kehadiran tikus dewasa lain di sekitar anaknya membuat induk marah dan menyerang.

Lama aktivitas pada anak tikus bervariasi. Tidak terlihat adanya kecenderungan untuk bangun pada waktu tertentu. Satu hal yang spesifik dari tingkah laku tidur ini adalah semua anak yang berumur 1-5 hari tidur menghadap ke arah induknya. Selanjutnya bila terbangun, semua anak akan segera mencari puting susu dan menyusu, ini masih terlihat nyata sampai anak bisa membuka matanya pada umur 15 sampai 19 hari.

Apabila tikus lain mendekati anaknya segera induk mengejar tidak peduli mulut anak masih diputing susu induknya, sehingga induk mengejar lawan dengan tubuh anak masih tergantung di puting hingga lepas. Bila keadaan sudah aman anak digigit dan dipindahkan ke tempat yang aman dan menyusu dilanjutkan. Induk tikus tetap memperlihatkan sifat keibuan yang sangat baik yaitu selalu waspada dan menunggui anaknya yang tidur.

PEMBAHASAN

Pada stadium *Estrus* kopulasi dimungkinkan terjadi. Fase estrus

berlangsung 12 jam. Lamanya fase ini sama dengan pada tikus putih sulawesi lainnya (*Rattus* sp) (Baker *et al.* 1979 ; Smith & Mangkoe-widjojo 1998; Ballanger 2000). Ciri yang khas adalah dengan adanya aktivitas berlari-lari yang sangat tinggi di bawah pengaruh *estrogen*. *Estrus* merupakan periode sekresi *estrogen* yang tinggi. *Estrogen* dari *folikel de Graaf* yang matang menyebabkan berbagai perubahan pada saluran reproduksi, uterus tegang *mukosa* vagina tumbuh cepat serta adanya sekresi lendir (Toelihere 1981).

Banyak *mitosis* terjadi di dalam *mukosa vagina* dan sel-sel baru yang menumpuk, sementara lapisan permukaan menjadi *skuamosa* dan bertanduk. Sel-sel bertanduk ini berkelupas ke dalam *lumen vagina* (Baker *et al.* 1979). Adanya sel-sel ini bisa dilihat dalam preparat ulas vagina yang digunakan sebagai indikator fase *estrus* seperti pada Gambar 1.

Metestrus. merupakan fase segera setelah *estrus* di mana *corpus luteum* mulai tumbuh. *Korpus luteum* merupakan perubahan bentuk dari *folikel de graaf* pada tahap akhir yang berubah fungsi setelah mengalami ovulasi (McDonald,1980). *Metestrus* sebagian besar berada di bawah pengaruh *progesteron* yang dihasilkan *corpus luteum*. Stadium metestrus pada tikus ekor putih terjadi berkisar antara 15 sampai 21 jam dan pada tikus putih (*Rattus* sp) 21 jam. setelah ovulasi berlangsung

Diestrus. Diestrus merupakan periode terakhir dalam siklus estrus. Pada periode ini *corpus luteum* menjadi

matang dan pengaruh *progesteron* semakin nyata. *Endometrium* lebih menebal dan kelenjar membesar (Toelihere 1981). Stadium diestrus tikus ekor putih terjadi berkisar antara 45 sampai 54 jam lebih cepat dibanding tikus putih (*Rattus* sp) yaitu berkisar antara 57 sampai 70 jam (Baker *et al.* 1979). Pada preparat ulas vagina terlihat leukosit dalam jumlah tinggi dan sel-sel epitel berinti seperti terlihat pada Gambar 1.

KESIMPULAN

1. 6 jam menjelang melahirkan tikus gelisah dengan mengeluarkan urinasi 4 sampai 9 kali dan tikus memperlihatkan sikap *agonistic*, Proses melahirkan bayi memerlukan waktu 3 sampai 8 menit.

2. Induk tikus (60%) menyenangi pagi hari sebagai waktu untuk melahirkan

3. Siklus estrus berlangsung 3 sampai 4 hari yang terdiri atas Proestrus 12 jam, estrus 12 jam, metestrus 15 sampai 21 jam dan diestrus 45 sampai 54 jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Prof. Dr. E.Gurnadi Prof Dr, Aminuddin Parakkasi, Prof. Dr.Ir Wasmen. Manalu & Dr .Ir. Asep Saefudin telah banyak membantu dan mengarahkan peneliti selama penelitian berlangsung.

Terima kasih dan penghargaan ditujukan kepada rekan-rekan kuliah yang banyak membantu peneliti, juga ketua Laboratorium dan para tehniisi di laboratorium Fisiologi Fakultas

Kedokteran Hewan IPB Bogor. Yang sudah membantu dan menyediakan fasilitas penelitian.

Terima kasih juga kepada kelompok pekerja yang menemani peneliti selama pencarian tikus di hutan- hutan daerah Minahasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Altman J. 1974. *Observational Study of Behavior: Sampling Methodes*. Allec Laboratory of Animal Behavior, University of Chicago, Illinois. USA.
- Ballenger L. 2000. *Ratuss novergicus*. [http:// animal-divertity-ummz.Umich. Edu](http://animal-divertity-ummz.Umich.Edu).
- Baker DEJ, Lindsey JR, & Weisbroth SH. 1979. *The Laboratory Rat Vol I. Biology and and Deseases*. Academic Press. hlm 435.
- Fraser AF. 1980. *Farm Animal Behavior*. Bailliere, Tindal. London
- Gillespie, AF. 1983. *Modern Livestock and Poultry Production*. 2nd Ed Delmar Publisher Inc. Albany, New York.
- Guyton AC. 1994. *Fisiologi Kedokteran Bagian III*. Ed ke-7. Tengadi KA dkk, Penerjemah. Penerbit buku kedokteran EGC. Jakarta. Terjemahan dari tex Book of Medical physiology.
- Haard NF. 1985. Characteristics of Edible Plant Tissue. In Fennema OR, editor. *Food Chemistry*. 2nd Ed. Marcel Dekker, Inc.
- Hart BL. 1985. *The Behaviour of Domestic Animal*. W.N. Freeman and Company New York.
- Hafez, ESE. 1987. *Reproduction in Farm Animals*. 5th Ed. Lea & Febiger. Philadelphia.
- Libra. DL. 1995. *Tingkah laku melahirkan pada Kuda (Equas caballus) di Pamulang Stud & Stable* [skripsi]. Bogor: Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Martin P, Baterson P. 1986. *Measuring Behavior*. 2nd Ed. Cambridge University Press. Cambridge.
- McDonald LE. 1980. *Veterinary Endokrinology and Reproduction*. Lea and Febiger. Philadelphia. 28-228.
- Smith EJJ & Mangkoewidjojo S. 1988. *Pemeliharaan. Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Tolihire MR. 1981. *Inseminasi Buatan pada Ternak*. Angkasa, Bandung.
- Tomaszewska MW, Putu IG. 1989. *Behaviour In Relation Animal Production in Indonesia*. Institut Pertanian Bogor- Australia Project. Bogor.
- Turner CD & Bagnara JT. 1976. *Endokrinologi Umum*. Ed ke-6. Harjoso, Penerjemah. Airlangga University Press. Surabaya
- Wijono DB. 1998. Peran kadar progesteron dalam plasma darah untuk deteksi estrus dan aktivitas ovarium. *Prosiding Seminar nasional Peternakan dan Veteriner*. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Badan litbang Pertanian. Departemen Pertanian.